

УДК 629.022

ХОЛОДНЫЙ Ю.Ф., СТАРКОВ Н.В., ХОЛОДНЫЙ В.Ю., Кременчугский
государственный политехнический университет им. Михайла Остроградского

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ К СОЗДАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТИПАЖА АВТОМОБИЛЕЙ БОЛЬШОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

У статті пропонуються нові підходи до створення типу автомобілів, що орієнтовані на максимальне задоволення вимог замовників до складу транспортного засобу та використання сучасних методів проектування.

Введение. Анализ последних десятилетий развития автомобильной промышленности указывает на установившиеся тенденции перехода от крупносерийного выпуска «обезличенных» однотипных моделей транспортных средств к производству штучных моделей, а именно изготовление транспортных средств в конкретных комплектациях, определенных заказчиком. Предприятия-изготовители практически ушли от работы на склад. Причем непосредственное участие в создании конкретных комплектаций (составов) принимают наряду с заказчиками представители коммерческих структур предприятий-изготовителей.

Поэтому актуальным является совершенствование технологии разработки составов транспортных средств с использованием, в том числе, современных технологий проектирования. Введение указанных изменений может значительно повлиять на формирование подходов в создании типажа, определении укрупненной очередности конструкторских разработок и очередности подготовки производства компонентов, а службам маркетинга даст «упреждающую» информацию о перспективных видах продукции.

Анализ предыдущих исследований. На основе анализа существующих подходов к формированию типажа автотранспортных средств (АТС) выделяются два основных подхода, а именно отечественный (свойственный, например, КрАЗ) и европейский (MAN, DAF, SCANIA и др.).

Суть отечественного подхода заключается в построении типажа выпускаемых транспортных средств на основе жестко сконфигурированных составов автомобилей при отсутствии, в отношении любой из моделей, варианности силовых установок (по мощности), элементов ходовой части и основных геометрических размеров шасси (например, базы) и др. В качестве примера можно привести шасси моделей КрАЗ-5133Н2, КрАЗ-65101, КрАЗ-65053, КрАЗ-63221-044, КрАЗ-7133Н4 [1]. При этом расширение типажа достигается созданием дополнительных моделей за счет монтажа на базовые шасси спецнадстроек (самосвальных, бортовых, коммунальных, крановых, цистерн и др.), как, например, общность платформы, на которой созданы шасси КрАЗ-65053, самосвал КрАЗ-6130С4 и бортовой автомобиль КрАЗ-65053.

Аналогичный подход к формированию типажа ранее применяло большинство автопроизводителей СНГ, о чем свидетельствуют их материалы [2, 3]. Однако в последние годы, такие производители, как МАЗ и КамАЗ постепенно отходят от сложившейся практики. Вводимая вариантность новых разработок еще не велика и ограничивается, например, для автомобилей моделей МАЗ-437041-268 и -269 только вариантностью базы. Несколько шире представлена вариантность у ряда моделей

КамАЗа. Так для шасси модели КамАЗ-53229 предусматривается четыре варианта базы и три варианта силовых установок.

Дальше в вопросе вариантности модельного ряда в общей структуре типажа ушли европейские производители грузовых автомобилей. Так вариантность только одной модели MAN из программы TGA базируется на 3 вариантах полной массы, 6 вариантах силовых установок, 5 вариантах схем трансмиссии, 2 вариантах схем поддрессорования шасси [4]. Также к признакам вариантности у MAN относится наличие на шасси седельно-сцепного устройства и самосвальной установки.

Анализ подходов к формированию типажа серийно выпускаемых АТС показывает значительное отставание в данном направлении отечественных автопроизводителей. Отсюда был сделан вывод о необходимости проведения работ по разработке основ к формированию перспективного типажа с возможностью широкого применения принципа вариантности для любой из входящих в него моделей и с учетом современных тенденций в проектировании и производстве АТС.

Цель работы. Показать на примере автомобилей большой грузоподъемности базовые принципы, которые предлагается положить в основу создания перспективного типажа АТС. Указанный подход должен упростить создание комплектаций АТС на основе имеющейся вариантности, облегчить разработку и контроль выполнения планов ОКР, НИР и подготовки производства, а также стать основным инструментом в работе коммерческих служб с заказчиками АТС.

Материалы и результаты исследований. Учитывая специфику вопроса, ниже приведена терминология, используемая в тексте статьи.

АТС – автотранспортное средство (например, автомобиль, прицеп, полуприцеп).

Типаж автомобилей – набор планируемых к выпуску (выпускаемых) АТС в виде «представителей типа», т.е. только шасси без детализации их возможной укрупненной опционности.

Представитель типа – АТС, шасси которого по основным конструктивным элементам (формула трансмиссии, компоновочная схема размещения кабины) является типичным для группы АТС. При этом между собой они могут различаться базой, мощностью двигателя, конструкцией коробки передач, высотой и длиной кабины, устанавливаемыми надстройками (шасси, седельно-сцепное устройство, самосвальная платформа, бортовая платформа, манипулятор), применяемыми конструкциями мостов и размерностью шин. Все, что отличает между собой автомобили одного и того же представителя типа, относится к опциям.

АТС, приведенные в материалах ниже в табличном виде (рис. 2, 4, 5), представляют собой характерных «представителей типа».

Матричная спецификация – состав АТС, созданный с применением таблиц по принципу совместимости компоновок.

Матричная спецификация формируется и поддерживается в актуальном состоянии конструкторским подразделением предприятия, а применяют ее в работе с клиентами торгующие подразделения, например Торговый дом (используется для создания рабочих составов, которые передаются в иные подразделения с целью планирования и подготовки производства, а также изготовления по ним АТС).

Матричная спецификация типажа АТС в укрупненном представлении – представленная в укрупненном виде возможная опционность каждого из

«представителей типа».

Составы АТС, которые передаются для изготовления в производство – рабочие составы АТС, которые создаются только с применением подробной рабочей матричной спецификации.

После изготовления конкретного АТС, наряду с другими документами, данные составы передаются на хранение в архив и могут быть применены с целью обеспечения прослеживаемости изготовления изделия (требования стандартов серии ISO 9000), т.е. исследования причин появления брака или восстановления состава изделия.

Опционность – наличие возможности устанавливать на какой-либо представитель типа АТС различные варианты узлов или системы, предусмотренные типажом.

Уровень внедрения узла – указывает на приоритетность (очередность или этапность) разработки и освоения узла в производстве. Этот же принцип может применяться при работе с потребителем.

При разработке рабочей матричной спецификации все опции должны быть подробнейшим образом расписаны с учетом их уровней (сроков) внедрения.

С переходом экономики постсоветских государств на рыночные рельсы практически повсеместно открылся их внутренний рынок для импорта высококачественной продукции мировых производителей, обладающей повышенными потребительскими свойствами. Однако, в силу отсутствия у потенциальных потребителей денежных средств на приобретение дорогой импортной продукции, преимущество на первых порах отдавалось отечественному производителю. По прошествии определенного периода, когда несколько улучшилось экономическое положение, отечественный покупатель все большее внимание стал обращать в сторону импортируемой продукции. Дополнительно на это оказала влияние также постоянная тенденция повышения цен на энергоносители, а значит рост цен на отечественную продукцию (по отдельным позициям разница цен оказалась незначительной). К тому же в последние годы наблюдается устойчивая тенденция применения отечественными производителями, в разрабатываемых ими конструкциях, узлов иностранного производства. Следует отметить, что данные тенденции свойственны практически всем отраслям машиностроения. Не является исключением и автомобилестроение. Например, цена на новый КамАЗ модели 5460М почти в 45 тыс. долларов [5], частично построенный на импортных комплектующих, превышала стоимость популярных у перевозчиков бывших в употреблении автомобилей «большой европейской семерки» автопроизводителей (при этом уровень эргономики и ресурс последних вне всякой конкуренции). Из производителей тяжелой автотехники постсоветских государств импортные узлы (в качестве стандартной комплектации либо по требованию потребителей) активно применяют: МАЗ (двигатели MAN и коробки передач ZF) [2], УралАЗ (ведущие мосты FAW) [6], КамАЗ (коробки передач ZF и др.) [7, 8]. Из сказанного видно, что если при плановой экономике государства, автозаводам достаточно было выпускать до десятка основных моделей АТС и чуть больше их малоразличимых комплектаций, то в настоящий момент, ради сохранения объемов производства и рынков сбыта, они вынуждены идти навстречу потребителю, создавая все новые и новые комплектации. А это подтверждает вывод о том, что рынок требует не крупносерийного производства АТС, а штучного.

Данная ситуация потребовала от заводов-производителей АТС найти способы, чтобы приспособить свои производственные возможности к современным требованиям потребителей. Необходимо было найти тот организующий элемент в производственных

структурах, который позволил бы оперативно реагировать на текущую ситуацию. Выход был найден в формировании инженерными службами составов автомобилей под каждый конкретный заказ с помощью специальных конфигураторов. Данный метод работы позволил сделать первый шаг к современному подходу формирования состава АТС, который в настоящий момент применяется практически всеми ведущими автопроизводителями мира. Подобный конфигуратор, представленный на сайте MAN [9] в виде внешней оболочки, приспособлен для использования его конечным пользователем (покупателем АТС). Но новый подход, если его строить на основе бумажных технологий документооборота, имеет свою «критическую массу». Т.е. при значительном увеличении количества комплектаций, вызванных большой вариантносью установок систем и узлов, система дает сбои, выражающиеся в росте числа ошибок (зачастую чисто механических, обуславливаемых человеческим фактором), отсутствии готовых конструкторских решений (недостаточно подробная проработка вариантности и отсутствие обратных связей производства с инженерными подразделениями). А это, в свою очередь, требует постоянного отвлечения большого числа специалистов на разработку и согласование составов АТС, на устранение неточностей и ошибок.

Выход из сложившейся ситуации с формированием составов АТС был найден. И найден он в первую очередь разработчиками программного обеспечения. При создании составов изделий они предлагают воспользоваться встроенными в ПО или отдельными программными модулями, которые называются конфигураторами изделий или «матричными спецификациями» [10, 11]. Работа с данными программными продуктами позволяет конструктору создать многомерную матрицу совместимости установок отдельных узлов, систем, деталей. Но для эффективной работы в данном направлении обязательным условием является наличие на предприятии полнофункциональной функционирующей структуры САПР. В данном случае следует подчеркнуть, что под САПР не следует понимать только наличие в конструкторских подразделениях CAD продуктов (для проектирования изделий). Только в единой PDM системе (базе проекта – основе организации единой САПР), а также при наличии комплекса ПО технологического обеспечения, CAM и CAE продуктов (модуль написания управляющих программ для станков с ЧПУ и расчетный модуль) разрозненная информация может быть сгенерирована в единые данные для формирования производственных заданий и необходимые материалы для расчета себестоимости оригинальных комплектаций АТС (эти данные из САПР после формирования передаются в ERP систему управления предприятием).

Перевод конструкторской документации с бумажных носителей в электронные модели требует изменений в подходе к формированию не только состава изделия, но и типажа в целом. Иными словами должна измениться методология к формированию составов АТС и их типажа. Еще одним фактором, требующим внесения изменений, является стремление предприятий сократить затраты в испытании транспортных средств на их соответствие Правилам ЕЭК ООН и другим нормативным документам. Наметилась четкая тенденция группировки АТС по принципу «представителей типов». Иными словами из общей гаммы выпускаемых АТС выделяются характерные представители (по признакам общности компоновок кабин, колесных формул и др.) и именно они выставляются для испытаний, а результаты впоследствии распространяются на остальные АТС семейства. В результате таких представителей предприятие может выставить для испытаний всего по несколько образцов от каждого семейства.

Каким же образом сказанное выше может повлиять на формирование типажа АТС? Ключом к его созданию должно стать первое положение о том, что:

1. Основой типажа должны стать шасси АТС без каких-либо надстроек.

В то же время бортовые и самосвальные модели, тягачи и автомобили с иными надстройками являются лишь производными от базового шасси, т.е. его опциями (это, что касается типажа автомобилей). При этом все они входят в группу представителя типа, которым является само шасси. В список укрупненных опции должны войти:

- Двигатели;
- Коробки передач;
- Подвески;
- Мосты и оси;
- Базы АТС;
- Длина и высота кабины;
- Тип надстройки на шасси;
- Шины.

В качестве второго положения предлагается одновременно с более широким введением понятия «опционности» начиная с этапа создания типажа АТС:

2. Ввести понятие «уровня внедрения узла».

Под последним понимается временной план внедрения на производимые АТС утвержденного перечня оригинальных и взаимозаменяемых компонентов (или иначе вариантов опций).

При составлении типажа необходимо рассчитывать на то обстоятельство, что он должен быть долгосрочным, т.е. предусматривать развитие предприятия не только на краткосрочную перспективу (от 1 года до 2 лет), но и на более длительный период. Поэтому в качестве третьего положения предлагается:

3. Типаж АТС создавать по принципу «представителей типов» с учетом опционности установок узлов, систем и надстроек, а также учитывать перспективный план развития предприятия.

Типаж будет представлять собой многомерную матрицу, а поэтому может быть визуализирован (с целью удобства зрительного восприятия) относительно представителей типа только частично.

Рассмотрим, основываясь на выдвинутые выше положения, как бы выглядел типаж автомобилей ХК «АвтоКрАЗ» выпускаемых ныне, а также возможный вариант развития типажа с учетом освоения новых ниш выпускаемых АТС.

На рис. 1 представлена начальная ступень к созданию типажа, а именно таблица формул конструктивных схем трансмиссий серийных автомобилей марки КрАЗ. В качестве условия к ее созданию был принят принцип сквозной нумерации осей и мостов (см. рисунок в верхнем левом углу таблицы). Решено было ограничиться схемой два моста спереди и три сзади (другие схемы либо являются нетрадиционными, либо объемы производства АТС, построенных на них, крайне незначительны и не имеют смысла к рассмотрению). Формулы состоят из пар цифр, первая из которых обозначает порядковый номер оси или моста и окрашена в красный цвет, а вторая указывает на то, является ли данная ось или мост ведущей (синий цвет) или нет (зеленый). Белый цвет цифр формул конструктивных схем трансмиссий указывает на то, что в типаже АТС с такими схемами нет. На рис. 2 в стилизованном виде представлены компоновочные схемы представителей типов серийных автомобилей КрАЗ, созданные на основании данных таблицы из рис.1.

Как мы видим из рис. 2 все семейство серийных автомобилей КрАЗ на настоящий момент можно условно представить в виде шести «представителей типов». Если взять предлагаемый подход к формированию типажа за основу, то следующим шагом должно было бы стать переосмысление существующего подхода к формированию составов автомобилей. А именно разделение агрегатов на агрегаты

верхнего уровня (рама, силовой агрегат, подвеска и др.) и нижнего, разделение сборок на сборки верхнего (например, передняя часть шасси с фрагментом рамы, подвеской, управляемой осью, рулевым механизмом и продольной тягой) и нижнего уровней, укрупнение монтажей (например, включение в состав шасси одной позицией всего пневмопривода с трубопроводами, аппаратами и фитингами), создание матричной спецификации. При этом конструкторской службой в САД продуктах параллельно должны создаваться концептуальные 3D-модели с управлением взаимосвязями входящих в них компонентов (наложение ограничений по шарнирным соединениям и др.). А так, как весь комплекс работ не только может, но и должен быть произведен с применением соответствующего программного обеспечения САПР, то в результате можно получить уникальную возможность практически полуавтоматического генерирования новых вариантов исполнений и комплектаций АТС.

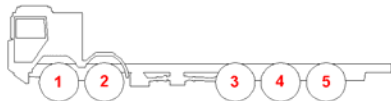
На рис. 3 представлена таблица формул конструктивных схем трансмиссий возможного перспективного типажа автомобилей. На рис.4 и 5 приведены варианты решения типажа АТС, созданные на основании таблицы рис. 3, а также возможные сроки поэтапного его внедрения (отмечены при помощи фоновой заливки соответствующих ячеек). Причем сроки внедрения определяются исходя из потребности рынка в данных моделях и производственных возможностей предприятия-изготовителя.

Из всей гаммы изображенных на рис. 4 и 5 представителей типов реально массово востребованными может оказаться не более пяти штук. И здесь в работу должна вступить служба маркетинга Торгового дома ХК «АвтоКрАЗ». Только их максимально достоверной прогноз развития рынков сбыта (с учетом проникновения на них прямых для АТС КрАЗ конкурентов) может внести коррективы в планы разработки и освоения конкретных моделей. Необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что в новом перспективном типаже АТС получилось 16 представителей типа, что 2,5 раза больше, чем в существующем типаже КрАЗ, представленном в статье на основе предлагаемого принципа формирования. Напрашивается вывод о том, что создание нового типажа АТС и поэтапное его внедрение позволит решить также ряд сопутствующих, но не менее важных задач таких, как расширение рынков сбыта продукции и увеличение объемов ее производства.

В заключение, в качестве подтверждения к сказанному, следует заметить, что в 1997г. была опубликована производственная программа автомобилей шведской фирмы SCANIA 3-й серии в % от общего объема производства, а именно:

4×2 – 70 %;	четырехосники – 3 %;
6×2 – 17,5 %;	полноприводные – 1 %.
6×4 – 9 %;	

Если учесть, что ХК «АвтоКрАЗ» в настоящий момент реально производятся только автомобили колесных формул 6×4, 6×6 и 8×4, то отсюда следует, что тем самым существующий типаж производителя, без учета его технического уровня, позволяет потенциально удовлетворять от 13 до 30,5 % от имеющегося на рынке Украины спроса на АТС. Если же учесть, что производятся АТС только капотной компоновки, то охватываемый объем потенциального рынка может оказаться еще меньшим.



		3 + 4 + 5 (трайдем задних мостов)		4 + 5 (тандем задних мостов)		5 (одиночный мост)		
		1	2	1	2	1	2	
1 (одиночная ось)		1	11+31+41+51	11+32+41+51	11+41+51	11+42+51	11+51	11+52
			11+31+41+52	11+32+41+52				
			11+31+42+51	11+32+42+51	11+41+52	11+42+52		
			11+31+42+52	11+32+42+52				
		2	12+31+41+51	12+32+41+51	12+41+51	12+42+51	12+51	12+52
			12+31+41+52	12+32+41+52				
1 + 2 (тандем передних управляемых осей)		1	12+31+42+51	12+32+42+51	12+41+52	12+42+52	12+51	12+52
			12+31+42+52	12+32+42+52				
			12+31+42+51	12+32+42+51				
			12+31+42+52	12+32+42+52				
		2	12+31+42+51	12+32+42+51			12+51	12+52
			12+31+42+52	12+32+42+52				
			12+31+42+51	12+32+42+51				
			12+31+42+52	12+32+42+52				
			12+31+42+51	12+32+42+51				
			12+31+42+52	12+32+42+52				
		1	11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+51	11+21+52
			11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52		
			11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52		
			11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52		
		2	11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+51	11+21+52
			11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52		
			11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52		
			11+21+41+51	11+21+41+52	11+21+41+51	11+21+41+52		

- варианты конструктивных схем трансмиссий, которые по причине их конструктивных особенностей, существующего в отрасли традиционализма, в создании АТС, или по иным причинам на настоящий момент в типаже отсутствуют (например, «чистый» передний привод или отсутствие привода на колеса вообще);
- формулы конструктивных схем трансмиссий которые на настоящий момент составляют типаж АТС ХК «АвтоКрАЗ».

- привод на ось (мост) отсутствует (соответствующий индекс – «1»);
- ведущий мост (соответствующий индекс – «2»).

Рисунок 1 – Формулы конструктивных схем трансмиссий серийных автомобилей КрАЗ

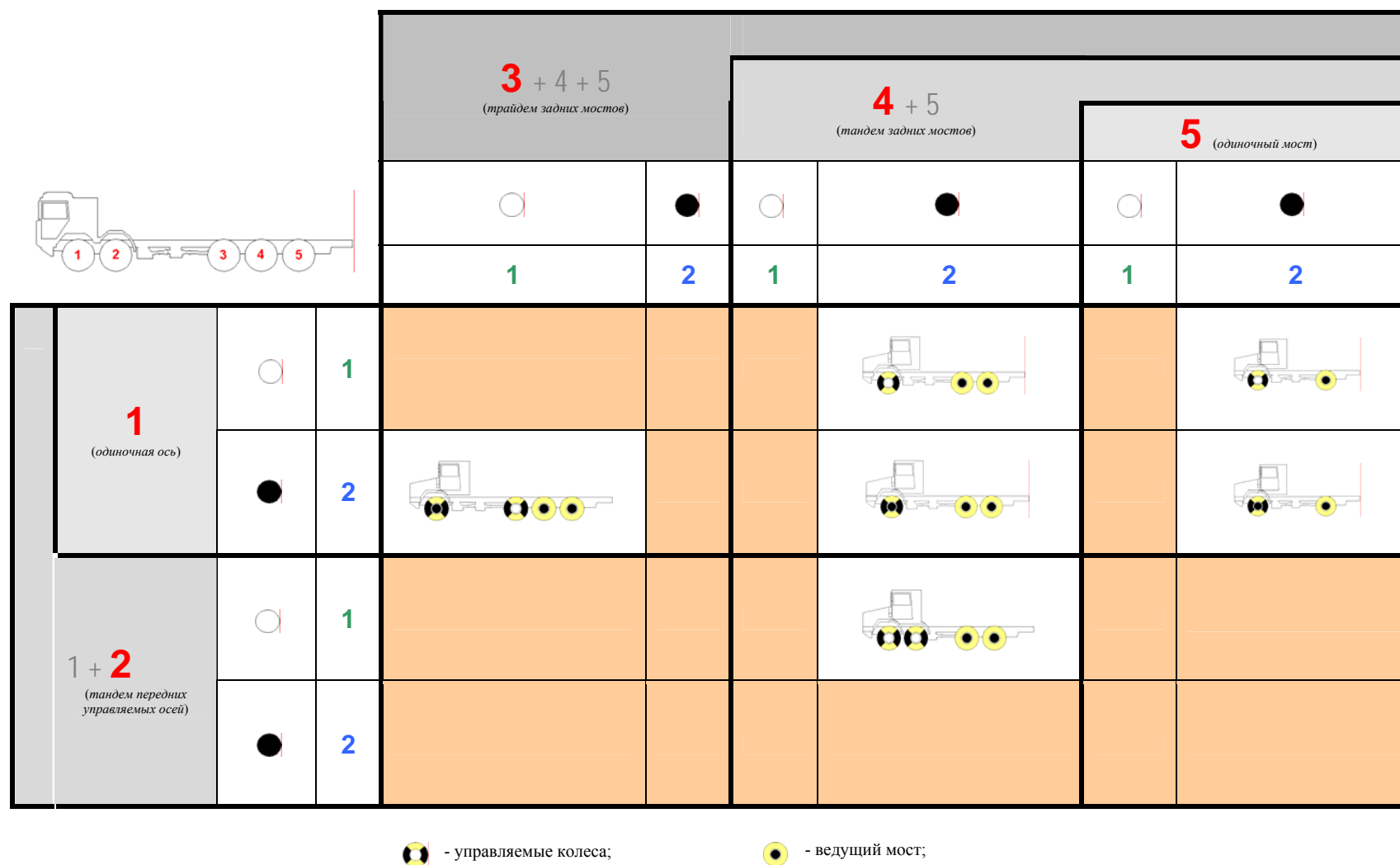
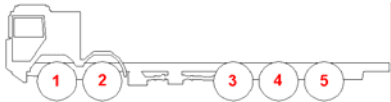


Рисунок 2 – Компоновочные схемы представителей типов серийных автомобилей КрАЗ



		3 + 4 + 5 (трайдем задних мостов)		4 + 5 (тандем задних мостов)		5 (одиночный мост)	
		○	●	○	●	○	●
		1	2	1	2	1	2
1 (одиночная ось)	○	1	11+31+41+51	11+32+41+51	11+41+51	11+42+51	11+51
			11+31+41+52	11+32+41+52		11+42+51	11+52
			11+31+42+51	11+32+42+51	11+41+52	11+42+52	11+52
			11+31+42+52	11+32+42+52		11+42+52	11+52
	●	2	12+31+41+51	12+32+41+51	12+41+51	12+42+51	12+51
			12+31+41+52	12+32+41+52		12+42+51	12+52
			12+31+42+51	12+32+42+51	12+41+52	12+42+52	12+52
			12+31+42+52	12+32+42+52		12+42+52	12+52
1 + 2 (тандем передних управляемых осей)	○	1	–	–	11+21+41+51	11+21+42+51	11+21+51
			–	–	11+21+41+52	11+21+42+52	11+21+52
			–	–	12+21+41+51	12+21+42+51	12+21+51
			–	–	12+21+41+52	12+21+42+52	12+21+52
	●	2	–	–	11+22+41+51	11+22+42+51	11+22+51
			–	–	11+22+41+52	11+22+42+52	11+22+52
			–	–	12+22+41+51	12+22+42+51	12+22+51
			–	–	12+22+41+52	12+22+42+52	12+22+52

- варианты конструктивных схем трансмиссий, которые по причине их конструктивных особенностей или существующего в отрасли традиционализма в создании АТС предлагается в рассматриваемый типаж не включать (например, «чистый» передний привод или отсутствие привода на колеса вообще);
- формулы конструктивных схем трансмиссий которые предлагается включить в перспективный типаж.
- “_” – формулы пятиосных автомобилей предлагается, в случае необходимости, включать в типаж на более поздних этапах (из-за предполагаемого малого объема их сбыта);

Рисунок. 3 – Формулы конструктивных схем трансмиссий перспективных автомобилей

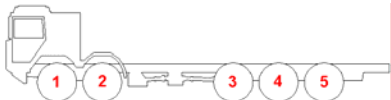







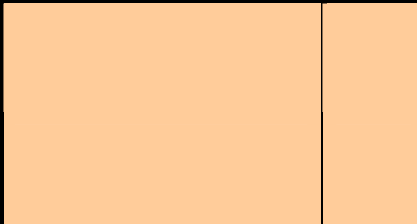
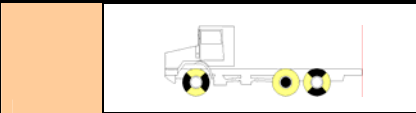







				<div>3 + 4 + 5</div> <div>(трайдем задних мостов)</div>		<div>4 + 5</div> <div>(тандем задних мостов)</div>		<div>5</div> <div>(одиночный мост)</div>	
									
				1	2	1	2	1	2
	<div>1</div> <div>(одиночная ось)</div>		1						
			2						
	<div>1 + 2</div> <div>(тандем передних управляемых осей)</div>		1						
			2						

Рисунок 5 – Компоновочные схемы и предполагаемые сроки внедрения (АТС компоновочной схемы «Кабина за двигателем»)

Выводы

1. Внедрение современных методов проектирования и производства с большим количеством вариантов исполнения АТС невозможно без перехода к новым подходам в формировании типажа.
2. Введение новых подходов к формированию типажа АТС позволит предприятиям существенно расширить номенклатуру выпускаемых АТС.
3. Изменение подхода в формировании типажа требует упорядочивания его структуры с введением таких ее базовых составляющих, как «базовое шасси», «представитель типа», «опционность», «уровень внедрения узла».
4. С созданием перспективного типажа, построенного с применением принципа матричных спецификаций (или иначе конфигураторов), станет возможным применение методов статистического анализа для прогнозирования необходимой последовательности освоения новых моделей АТС в производстве.
5. Предложенный подход может быть распространен и на другие типы АТС, включая прицепной состав.

Список литературы: 1. КрАЗ. Модельный ряд 2003. 2. Каталог автотехники. Минский автомобильный завод. 2005. МАЗполиграф. 3. КАМА-ГАММА. Продукция ОАО «КАМАЗ» и заводов-производителей спецтехники. ОАО «ТФК «КАМАЗ». Концепция. 4. Transport-art. Программа поставок грузовых автомобилей конструктивных рядов TGL, TGM, TGA. R111.3332 – ml 09058. Напечатано в России. 5. КамАЗ с приставкой «М». Грузовики и Автобусы №6, 2004. АР №17 (318). 6. Парад новинок Комтранса. АР № 10 (335), 2005. 7. КамАЗы с буквой Э. АР № 17 (341), 2005. 8. Наши в Ганновере. АР № 19 (366), 2006. 9. http://www.man-mn.ru/ru/Lkw_/TGS/_138235/_138237.jsp 10. Управление комплектациями изделий в системе управления производством Omega Production. САПР и графика. №10, 2002. 11. Конфигурирование изделий на заказ в системе TechnologiCS. САПР и графика. №1, 2008.